

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Milan DEBENEC

KOŠNJA IN PRIPRAVA KRME NA NAGNJENIH TERENIH

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

MOWING AND FODDER PREPARATION ON INCLINED SURFACES

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija kmetijstvo - zootehnika. Opravljeno je bilo na Katedri za kmetijsko mehanizacijo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Rajka Bernika.

Recenzentka: v. p. mag. Ajda Kermauner Kavčič

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Silvester ŽGUR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Rajko BERNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: v. p. mag. Ajda KERMAUNER KAVČIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Milan Debenec

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Vs
DK UDK 631.552(043.2)=163.6
KG kmetijstvo/travniki/nagnjeni tereni/košnja/kosilnice/krma/priprava
KK AGRIS F01
AV DEBENEC, Milan
SA BERNIK, Rajko (mentor)
KZ SI- 1230 Domžale, Groblje 3
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI 2007
IN KOŠNJA IN PRIPRAVA KRME NA NAGNJENIH TERENIH
TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP IX, 35 str., 6 pregl., 24 sl., 11 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Košnja travnikov je prvo in najtežje opravilo pri spravlilu krme. Pri preizkusu, ki je bil opravljen na domači kmetiji, smo želeli primerjati različne načine košnje, kot so košnja s koso, košnja z motorno kosilnico s trgovsko oznako SIP TWIST in BCS 622 ter košnja s traktorsko kosilnico s trgovsko oznako BCS 404. Pri preizkusu smo izmerili porabo goriva in časa, ter izračunali stroške porabljenega goriva in plačila delavca. Izmerili smo tudi nagib terena ter površino parcele. Pri preizkusu smo ugotovili da je košnja s traktorsko kosilnico najcenejši in najlažji način košnje. Sicer je bila za površine z večjim nagibom bolj primerna košnja z motorno kosilnico, s katero smo lahko kosili do 78 % nagiba. Površinska storilnost košnje se je z večanjem nagiba zmanjševala. Pri nagibih, ki so bili večji kakor 78 %, je bila možna košnja samo še s koso. To opravilo je bilo zelo naporno in je zahtevalo določeno znanje osebe, ki je kosila s koso. Površinska storilnost košnje s koso je bila zelo majhna.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC 631.552(043.2)=163.6
CX agriculture/meadows/inclined surfaces/mowing/mowers/fodder/preparation
CC AGRIS F01
AU DEBENEC, Milan
AA BERNIK, Rajko (supervisor)
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Zootechnical Department
PY 2007
TI MOWING AND FODDER PREPARATION ON INCLINED SURFACES
DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO IX, 35 p., 6 tab., 24 fig., 11 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Mowing of meadows is the first and the most demanding part of harvesting. The aim of the experiment carried out on the author's home farm was to compare different methods of mowing, namely using a scythe, motor mowers with trade names SIP TWIST and BCS 622, as well as using a tractor mower with trade name BCS 404. During the experiment fuel and time consumption was measured, and both fuel and labour costs were calculated. The inclination of the terrain and the surface of the plot were also measured. The experiment showed that mowing with tractor mower is the cheapest and the easiest mowing method. However, for mowing on surfaces with higher inclinations, a motor mower was more appropriate, which proved to be useful on up to 78 % inclination. The surface efficiency decreased with higher inclination. For inclinations exceeding 78 %, only mowing using a scythe was possible. However, this method required great effort and a certain level of skillfulness. The surface efficiency of mowing using a scythe proved to be very low.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Slovarček	IX
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 TRAVINJE	2
2.1.1 Sestava travne ruše	2
2.2 STRIŽNE KOSILNICE	3
2.2.1 Prstni kosilni greben	3
2.2.1.1 Normalna - visoka rez	3
2.2.1.2 Srednja rez	3
2.2.1.3 Nizka rez	4
2.2.2 Kosilni greben z dvojno koso	4
2.3 ROTACIJSKE KOSILNICE	5
2.3.1 Diskaste rotacijske kosilnice	6
2.3.2 Bobenske rotacijske kosilnice	7
2.3.3 Rovnične kosilnice	8
2.4 SPECIALNI STROJI ZA DELO V NAGIBU	8
2.4.1 Specialni gorski traktor	8
2.4.2 Dvoosni kosilnik z hidrostatičnom pogonom	9
2.4.3 Specialna motorna kosilnica	10
2.5 NAČIN PRIKLJUČITVE K POGONSKEMU TRAKTORJU	11
2.6 KLANEC	11
2.7 BOČNA STABILNOST	12
3 MATERIAL IN METODE	14

3.1	UPORABLJENO ORODJE OZ. STROJI	14
3.1.1	Kosa	14
3.1.2	Ročna motorna kosilnica BCS 622 X 127	15
3.1.3	Ročna motorna kosilnica SIP TWIST 170 D	16
3.1.4	Rotacijska kosilnica BCS 404	17
3.2	MERJENJE NAGIBA	18
3.3	MERJENJE PORABE GORIVA	19
3.4	KRAJ PRAKTIČNEGA DELA	20
4	REZULTATI IN RAZPRAVA	21
4.1	ROČNA KOŠNJA	21
4.1.1	Preizkus s koso	21
4.2	ROČNA MOTORNA KOSILNICA BCS 622	21
4.2.1	Preizkus z ročno motorno kosilnico BCS 622	22
4.3	ROČNA MOTORNA KOSILNICA SIP TWIST	24
4.3.1	Preizkus z ročno motorno kosilnico SIP TWIST	25
4.4	TRAKTORSKA KOSILNICA BCS 404	27
4.4.1	Preizkus s traktorsko kosilnico BCS 404	28
4.5	POTREBEN ČAS ZA KOŠNJO 10 HA VELIKE PARCELE	31
5	SKLEPI	33
6	POVZETEK	34
7	VIRI	35
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Hitrosti prestavnih stopenj kosilnice BCS 622	15
Preglednica 2: Hitrosti prestavnih stopenj kosilnice SIP TWIST pri vrtilni frekvenci motorja 3600 min	17
Preglednica 3: Rezultati meritev za kosilnico BCS 622 X 127 na različnih teren	22
Preglednica 4: Rezultati meritev za kosilnico SIP TWIST na različnih terenih	26
Preglednica 5: Rezultati meritev za kosilnico BCS 404 na različnih terenih	29
Preglednica 6: Preglednica s primerjavo vseh štirih načinov košnje	31

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Prstni kosilni greben s srednjo rezjo	4
Slika 2: Brezprstni kosilni greben	5
Slika 3: Diskasta in bobenska rotacijska kosilnica	6
Slika 4: Prikaz delovanja rotacijske kosilnice	6
Slika 5: Diskasta rotacijska kosilnica	7
Slika 6 : Bobenska rotacijska kosilnica	7
Slika 7: Specialna motorna kosilnica (Kmetovalec, 2005. str. 21)	10
Slika 8: Prikaz izračuna naklona	12
Slika 9: Prikaz dejanskega nagiba (Kmetijska tehnika za danes in jutri, 1997. str.73)	12
Slika 10: Kosa	15
Slika 11: Ročna motorna kosilnica BCS 622 X 127	16
Slika 12: Ročna motorna kosilnica SIP TWIST	17
Slika 13: Traktorska kosilnica BCS 404	18
Slika 14: Prikaz merjenja nagiba	19
Slika 15: Celotna naprava za merjenje nagiba	19
Slika 16: Površinska storilnost košnje z motorno kosilnico BCS v odvisnosti od nagiba	23
Slika 17: Kosilnica BCS pri nagibu 78 %	24
Slika 18: Travnik z imenom Laz	25
Slika 19: Površinska storilnost košnje z ročno kosilnico TWIST v odvisnosti od nagiba	26
Slika 20: Kosilnica SIP pri nagibu 78 %	27
Slika 21: Travnik z imenom Ravna dobrava	28
Slika 22: Travnik z imenom V dolini	29
Slika 23: Storilnost košnje s traktorsko kosilnico BCS v odvisnosti od časa	30
Slika 24: Čas košnje v odvisnosti od načina	32

SLOVARČEK

»eko« **priključna gred**: pri imenski vrtilni frekvenci motorja se ta gred vrti z vrtilno frekvenco 750 min^{-1} . Uporablja se za gnane traktorske priključke, ki potrebujejo za svoje delo vrtilno frekvenco s 540 min^{-1} , ne potrebujejo pa velike moči. Pri vklopu ekonomične priključne gredi moramo zmanjšati vrtilno frekvenco motorja na okrog 75 % imenske vrtilne frekvence motorja. Tako motor deluje v območju z najnižjo specifično porabo goriva, prihranek goriva pa znaša okrog 15 % - 20 %.

»turn around«: poseben sistem upravljanja kosilnice, s katerim dosežemo izredno okretnost kosilnice. Sistem je elektronsko nadzorovan, omogoča pa, da se eno kolo vrti naprej, drugo pa nazaj.

Hidromotor: naprava, ki spreminja hidravlično energijo, oddano iz hidročrpalke, ponovno v mehansko energijo z določenim vrtilnim momentom in vrtilno frekvenco.

Naklon (nagib): je višinska razlika dveh točk na določeni horizontalni razdalji. Izražamo jo v odstotkih, lahko pa tudi v stopinjah. 45° pomeni 100 % nagib. Višinska razlika 5 metrov na 100 metrov horizontalne razdalje pomeni 5% nagib

1 UVOD

Košnja je prvo in najtežje opravilo pri spravilu krme s travinja v skladiščne prostore. Od košnje je tudi odvisna količina in kakovost pridelka. Če kosimo nizko, bomo imeli večje pridelke, le ti pa bodo bolj onesnaženi z zemljo ali z drugimi organskimi ostanki. Pri visoki košnji je težav z onesnaženjem bistveno manj, je pa zato tudi količina pridelka manjša. Pri diplomski nalogi se bom ukvarjal predvsem s problemom košnje na nagnjenih terenih. Analiziral bom možnosti spravila krme, ki jih dopuščata teren in velikost kmetije. S primerno mehanizacijo je možno hitro in dokaj varno pokositi tudi večje strmine, vendar je nakupna cena takšnega stroja za marsikatero kmetijo prevelik finančni zalogaj. Cilj naloge je predvsem analizirati različne vrste košnje in uporabnost posameznega načina spravila krme glede na storilnost, potrebno delovno silo in časovno omejenost.

Predpostavljali smo, da za različne vrste košnje porabimo različno količino časa in goriva, poleg tega so različna tudi finančna vlaganja za nakup osnovnih sredstev (kosilnica, traktor...). Med delom bomo praktično ugotavljali porabo goriva in časa ter površino, ki jo bomo pokosili z različnimi stroji. Pri tem bomo tudi izmerili nagib travnika, na katerem smo opravljali košnjo. Za merjenje različnih količin bomo uporabili instrumente in pripomočke kot so: merilna menzura, merilni trak, štoparica in naprava za merjenje nagiba.

2 PREGLED OBJAV

2.1 TRAVINJE

Po izvoru razlikujemo dve vrsti travinja, in sicer:

- antropogeno,
- klimatogeno.

Na nastanek antropogenega travinja je vplival človek s krčenjem in požiganjem gozdov. Te travne površine se ponovno spremenijo v gozd, če jih ne kosimo redno ali če se na njih ne pasejo živali. Ta rastišča so po svoji naravni danosti primerna za gozd. Klimatogeni travniki so naravno dani. Nastali so tam, kjer se gozd ne more več razviti, bodisi zaradi zelo nizkih letnih temperatur (planinsko travinje) ali pa zaradi zelo visokih temperatur (takšnih travnikov v Sloveniji ni) (Korošec, 1984).

2.1.1 Sestava travne ruše

Travna ruša je skupno ime za številne rastline, ki rastejo na travinju, je polifilna rastlinska združba. Travna ruša je sestavljena iz velikega števila pretežno trpežnih zeljnatih rastlin, le te pa s kmetijskega stališča razvrščamo v tri skupine:

- trave (*poaceae*),
- detelje (*fabaceae*),
- zeli (vse ostale vrste iz botaničnih družin).

Na slabo oskrbovanem in zapuščenem travniku se pojavljajo tudi drevesne vrste in grmičevje. Zeli so včasih šteje za plevel in so bile v travni ruši nezaželene, vendar to ne drži popolnoma. Nekatere zeli so celo koristne in imajo veliko hranilno vrednost. Res pa je, da je večina zeli slabše kakovosti ali pa so celo strupene (Korošec, 1984).

Groba botanična sestava travne ruše:

- nesejano travinje: 50-60 % trav, 20-30 % metuljnic, 10-30 % zeli
- sejano travinje: 50-70 % trav, 30-40 % metuljnic, 0-10 % zeli

Botanična sestava travne ruše je pomembna predvsem zaradi hranilne vrednosti krme in zaradi nosilnosti oziroma trpežnosti travne ruše. V travinju z zelo velikim deležem zeli ima travna ruša slabšo nosilnost, to pa pomeni, da so poškodbe travne ruše pri strojni obdelavi travinja bistveno večje kakor na travinju z manjšim deležem zeli. Pri sejanem travinju pa

moramo biti pazljivi pri obdelavi s stroji predvsem pri prvi košnji, (prva košnja po setvi) ker se travna ruša še ni utrdila, oziroma so rastline še zelo nežne (Korošec, 1984).

2.2 STRIŽNE KOSILNICE

Strižne kosilnice delujejo po principu striženja s škarjami. Poznamo več izvedb, od prstnih do brezprstnih kosilnih grebenov. Vse izvedbe pa delujejo po istem principu, in sicer gre za princip striženja rastlin z gibljivo koso ob protirezilo, ki je lahko togo ali pa gibljivo. Za optimalno striženje morata rezilo in protirezilo tesno nalegati drug na drugega. Dovoljena zračnost v vertikalni smeri ne sme presegati 0,5 mm, naprej - nazaj pa 1,0 mm (Brčić, 1985).

2.2.1 Prstni kosilni greben

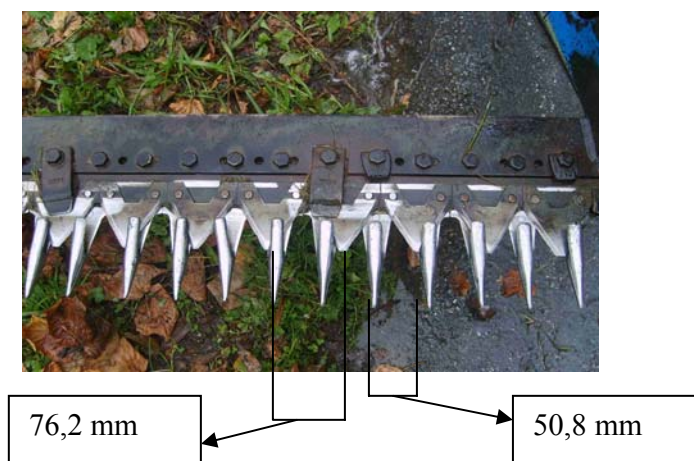
Prstni kosilni greben je najstarejša oblika in način strojne košnje. Sestavljen je iz gibljive kose in prstov oziroma palcev, ki so lahko gibljivi ali pa togi. Glede na višino košnje jih delimo v tri skupine (Brčić, 1985).

2.2.1.1 Normalna - visoka rez

Normalna – visoka rez je namenjena za košnjo visokih trav in žit. Razmerje med prsti in rezili noža je 1:1, razmik med prsti 76,2 mm in ravno toliko med noži (Brčić, 1985).

2.2.1.2 Srednja rez

Srednja rez je namenjena košnji intenzivnih travnikov. Razmik med prsti je 50,8 mm, med noži pa 76,2 mm. Razmerje med prsti in rezili je 1:1,5, torej dva noža pokrijeta tri prste (Brčić, 1985).



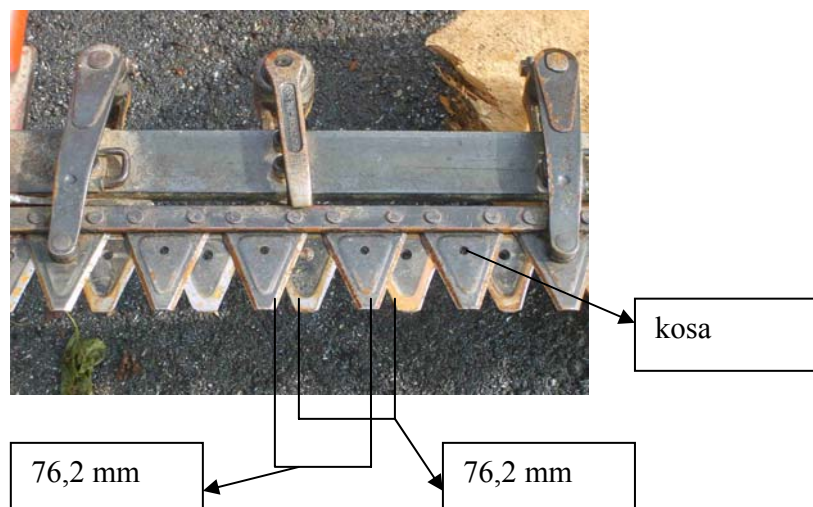
Slika 1: Prstni kosilni greben s srednjo rezjo (foto: Debenec M.)

2.2.1.3 Nizka rez

Nizka rez je uporabna za košnja nizkih trav in parkov. Razmik med prsti je 38 mm, med noži pa 76,2 mm. Razmerje med prsti in rezili je 1 : 2, torej en nož pokrije dva prsta (Brčić, 1985).

2.2.2 Kosilni greben z dvojno koso

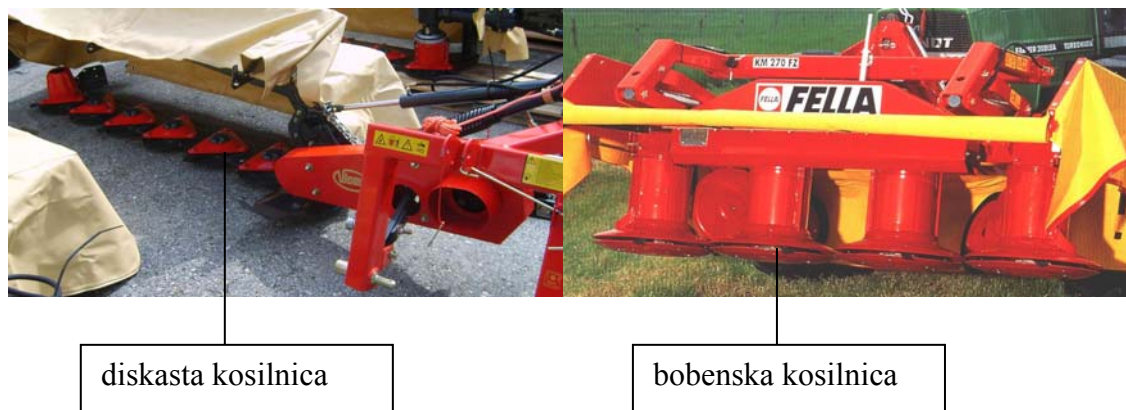
Kosilni greben z dvojno koso nima prstov, ampak dve nasproti gibajoči se kosi, ki ju drugo ob drugo pritiskajo pritisne vzmeti z dolgimi nihajočimi vzvodi. Gib nožev je kratek, le 40 mm. Nasproti gibajoča se noža izravnata vibracije. Zato je gibanje hitrejše, 1400 do 1500 gibov v minuti. Tak greben se ne maši, z njim je mogoče kositi s hitrostjo do 12 km/h. Takšen greben zahteva natančno brušenje nožev, je pa tudi občutljiv na udarce. Kot brušenja znaša 40° (Mrhar, 1997).



Slika 2: Brezprstni kosilni greben (foto: Debenec M.)

2.3 ROTACIJSKE KOSILNICE

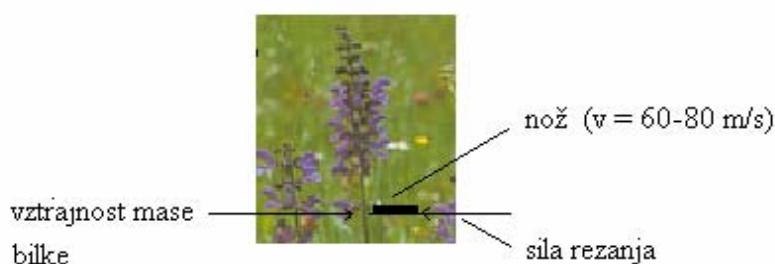
Rotacijske kosilnice krmo sekajo. To delo opravljajo noži, ki se vrte okrog vertikalne osi, ali pa kladiva, ki se vrte okrog horizontalne osi. Rotacijske kosilnice izdelujejo v več izvedbah. Če so rezila nameščena na okroglih ali eliptičnih ploščah, govorimo o diskastih rotacijskih kosilnicah, če pa so na stožcih, valjih in podobno, pa govorimo o bobenskih rotacijskih kosilnicah. Rotorji so nameščeni na posebno izdelanem grebenu, ki pri delu drsi po tleh. Rotacijske kosilnice travo sekajo, zato se morajo noži vrteti z veliko obodno hitrostjo, to je okrog 60-80 m/sek. Če bi bila hitrost nožev manjša, bi se rastlina upognila, tako pa zaradi vztrajnosti mase rastlino odkosijo, preden se upogne. Zaradi velike hitrosti je potrebno tudi precej moči, in sicer 7-10 kW za vsak meter delovne širine (Mrhar, 1997).



diskasta kosilnica

bobenska kosilnica

Slika 3: Diskasta in bobenska rotacijska kosilnica (foto: Debenec M.)

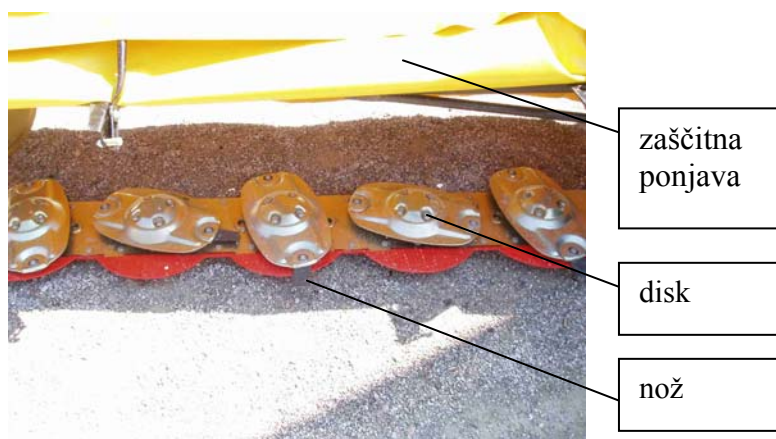


Slika 4: Prikaz delovanja rotacijske kosilnice (Mrhar, 1997: 155)

2.3.1 Diskaste rotacijske kosilnice

Diskaste rotacijske kosilnice imajo od 3-8 okroglih ali ovalnih krožnikov ali diskov, razmeščenih na votlih ploskih grebenih, v katerih so pogonski deli (zobniki ali verige). Na obodu vsakega krožnika sta dva ali trije noži. Krožniki se vrtijo v parih, drug proti drugemu ali pa proti sredini, travo pa odlagajo v redi. Z nagibom diskastega grebena

naravnavamo višino rezi. V transportni in delovni položaj kosilni greben dvigamo in spuščamo s pomočjo mehanskega vijaka ali pa hidravličnega cilindra. Diskasta kosilnica je primerna tudi za košnjo nabrežin (Mrhar, 1997).



Slika 5: Diskasta rotacijska kosilnica (foto: Debenec M.)

2.3.2 Bobenske rotacijske kosilnice

Bobenske rotacijske kosilnice imajo od dva do štiri valje - rotorje. Rotorji so nameščeni pod jeklenim votlim nosilcem, v katerem so pogonski deli, ki so lahko verižni ali klinasti jermeni ali pa zobniki. Poraba moči je nekoliko večja kot pri diskastih kosilnicah. Bobenske kosilnice imajo veliko storilnost in se ne mašijo (Mrhar, 1997).



Slika 6 : Bobenska rotacijska kosilnica (foto: Debenec M.)

2.3.3 Rovnične kosilnice

Rovnične kosilnice imajo na vodoravni gredi obešene rovnice, ki se vrtijo s hitrostjo do 900 vrtljajev na minuto, obodna hitrost pa znaša 25 - 30 m/sek. Rovnična kosilnica rastlino odseka in jo pod okrovjem seseka in scefra. Zato takšne kosilnice niso primerne za košnjo intenzivnih travnikov. Primerne pa so za čistilno košnjo na pašnikih in košnjo obcestnih površin, kjer pokošene trave ne pospravljamo (Mrhar, 1997).

2.4 SPECIALNI STROJI ZA DELO V NAGIBU

2.4.1 Specialni gorski traktor

Specialni gorski traktor je namenjen predvsem spravlilu krme na zelo strmih oziroma nagnjenih terenih. Namenjen je košnji, obračanju in spravlilu krme, s tem pa se njegova uporabnost skoraj konča. Traktor ima zelo nizko težišče, tako da je možno varno delo celo do nagiba 47° oziroma 107 % . Motor ima nameščen ob strani med obema osema. Traktor je standardno opremljen s čelno hidravliko in kardanom, boljše in dražje izvedbe pa imajo tudi zadnje hidravlično dvigalo s kardanom. Krmiljenje traktorja poteka preko zadnjih krmilnih koles, boljše izvedbe imajo tudi štirikolesno krmiljenje in pa hidrostatični pogon dvoosnega kosilnika. Slaba stran takšnega traktorja oziroma kosilnika je predvsem visoka nakupna cena in ozko področje uporabe (Meier, 2002).

Kot alternativa specialnim gorskim traktorjem so se pojavili traktorji, ki so prvotno namenjeni za uporabo v sadjarstvu in vinogradništvu. S povečanjem širine koloteka in namestitvijo ustreznih pnevmatik so se povsem približali pravim gorskim traktorjem. Ti traktorji imajo vsa kolesa enakih dimenzij in reverzibilno upravljanje. (Na traktorju imamo podvojene stopalke zavor, plina in sklopke za vožnjo naprej in nazaj. Sedež in armaturno ploščo z volanom pa obrnemo za 180°). Krmilimo samo eno os, in sicer sprednjo, pri normalni vožnji. Ko pa traktor uporabljamo vzvratno (vozimo še vedno naprej), je krmiljena zadnja os. Traktorji imajo nižjo nabavno ceno kakor pravi gorski traktorji, so pa tudi uporabni za različna dela (Mrhar, 1998).

2.4.2 Dvoosni kosilnik z hidrostatičnom pogonom

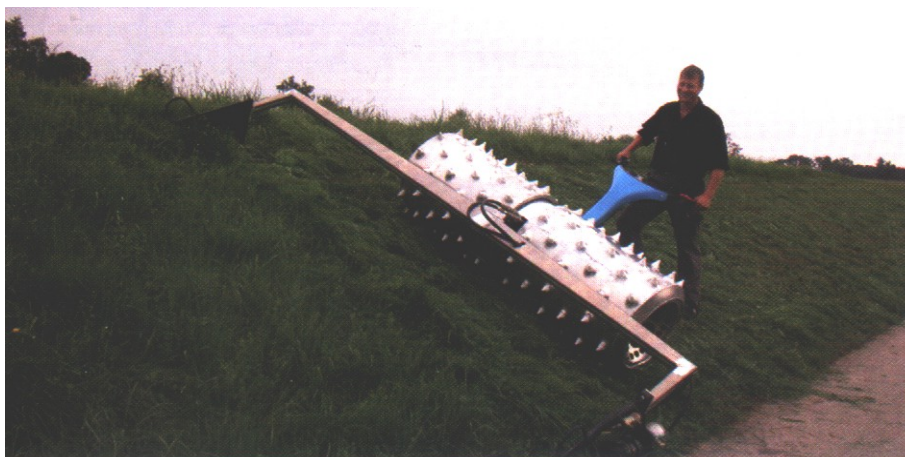
Dvoosni kosilnik je poseben traktor za košnjo in pripravo sena v nagnjenih in strmih legah, ki ga lahko zelo dobro dopolnimo v dvoriščni traktor za različna dela. Dvoosni kosilnik je sposoben opravljati dela celo v strmini do 60 %. V hribovitem svetu se delovne razmere zelo hitro spreminjajo, zato je treba vozno hitrost kosilnika in odzivno silo voznih koles stalno prilagajati razmeram na terenu. S klasičnim zobniškim menjalnikom je to zelo težko opravilo, poleg tega pa pri pretikanju prestav prihaja do prekinitve prenosa moči med pogonskim motorjem in vlečnimi kolesi kosilnika, kar ogroža varno delo v strmini. Poleg tega se tudi precej spreminja vrtilna frekvenca priključne gredi, ki pa naj bi bila kolikor toliko izenačena, če hočemo dobro delati. Idealni prenos moči bi torej bil hidrostatični pogon koles. Omogoča namreč izbiro neskončnega števila prestavnih razmerij med vrtljaji pogonskega motorja in pogonskimi kolesi. Omogoča tudi brezstopenjsko menjavo vozne hitrosti v celotnem območju delovne hitrosti kosilnika, pri tem pa ne prihaja do prekinitve prenosa moči med motorjem in pogonskimi kolesi. Hidrostatični pogon tudi omogoča spreminjanje smeri vožnje naprej - nazaj brez pretikanja prestav in tudi hitro povečanje ali zmanjšanje hitrosti kosilnika. Pri hidrostatičnem kosilniku je speljevanje zelo mehko in ne prihaja do sunkov in posledično do zdrsa pogonskih koles. Takšni kosilniki so tudi lažji kakor klasični z zobniškim menjalnikom. Slabost hidrostatičnega prenosa moči je v slabem izkoristku, ki je le do 80 %. Večji izkoristek moči motorja imajo združeni hidromehanski prenosniki, ki združujejo prednosti obeh sistemov (Mrhar, 1998).

Hidrostatični pogon se je najprej pojavil pri vrtnarskih traktorjih v začetku šestdesetih let prejšnjega stoletja. Hidrostatični pogon sestavljajo hidravlična črpalka in hidravlični motor, od katerih ima eden možnost spreminjanja pretoka delovnega medija. Delovni medij je ponavadi olje. Hidromotor lahko poganja sprednji ali zadnji kolesi vozila, lahko pa poganja tudi vsa štiri kolesa, če ima vozilo diferenciale. Hidravlična črpalka, ki jo poganja motor z notranjim izgorevanjem, proizvaja hidravlični tlak, ki ga hidromotor pretvori v mehansko delo. Upravljanje pogona pri hidrostatskih dvoosnih kosilnikih je mogoče s številom vrtljajev motorja in z upravljalno ročico hidrostatskega pogona - ročico za vklopjanje pogona (Mrhar, 2002).

Prednosti hidrostatskega pogona pridejo do izraza predvsem na razgibanem terenu, kjer je potrebno stalno spreminjati delovno hitrost. Takšni dvoosni kosilniki porabijo približno 15% več goriva kakor kosilniki z mehanskim prenosom moči, vendar odtehta večji strošek za gorivo večja varnost, hitrejša in lažje upravljanje, posledično pa tudi večjo storilnost, predvsem v večjih nagibih (Mrhar, 2002).

2.4.3 Specialna motorna kosilnica

Motorna kosilnica ima motor in hidrostatski pogon, nameščen v kolesa oziroma vozna valja, s tem pa so konstruktorji dosegli izjemno nizko težišče. Vozna valja omogočata vožnjo po ekstremnih nagibih in pri tem ne poškodujeta ruše nad sprejemljivo mejo. Okretnost kosilnice je dosežena s sistemom »turn around«, ko se eno kolo vrta naprej, drugo pa nazaj. Elektronsko krmiljenje in nadzor posameznih sklopov sta zasnovana na posebnem sistemu, kar omogoča namestitvev daljinskega sistema krmiljenja in tudi GPS modula. Kosilnica naj bi omogočala varno delo do nagiba 70°. Pri takšnem nagibu pa standardne kolesne kosilnice ne zmorejo več opravljati svojega dela (Dolenšek, 2005).



Slika 7: Specialna motorna kosilnica (Dolenšek, 2005: 21)

2.5 NAČIN PRIKLJUČITVE K POGONSKEMU TRAKTORJU

Kosilni greben lahko priključimo k pogonskemu traktorju na več načinov, in sicer:

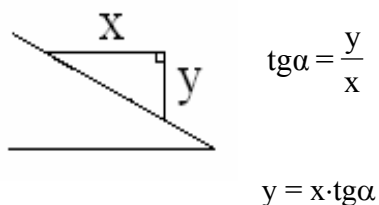
- čelno,
- bočno,
- zadenjsko.

Pogonski traktor je lahko dvoosni ali pa enoosni traktor manjše moči. Na enoosnem traktorju imamo običajno pripet strižni kosilni greben, ker potrebuje manj moči. Poleg tega ni nevarnosti, da upravljalca poškoduje kak leteči predmet. Takšen traktor upravljamo ročno in hodimo ob njem. Na enoosni traktor je greben pripet čelno. Na dvoosni traktor pa lahko pripnemo kosilni greben v vseh treh zgoraj omenjenih položajih. Če kosilnik pripnemo bočno ali pa čelno, lahko pripnemo tudi nakladalno prikolico in sočasno kosimo ter pobiramo travo. Čelno pripeti kosilnik potiskamo pred seboj, zadenjski kosilnik pa vlečemo za sabo (Höhn, 1984).

2.6 KLANEC

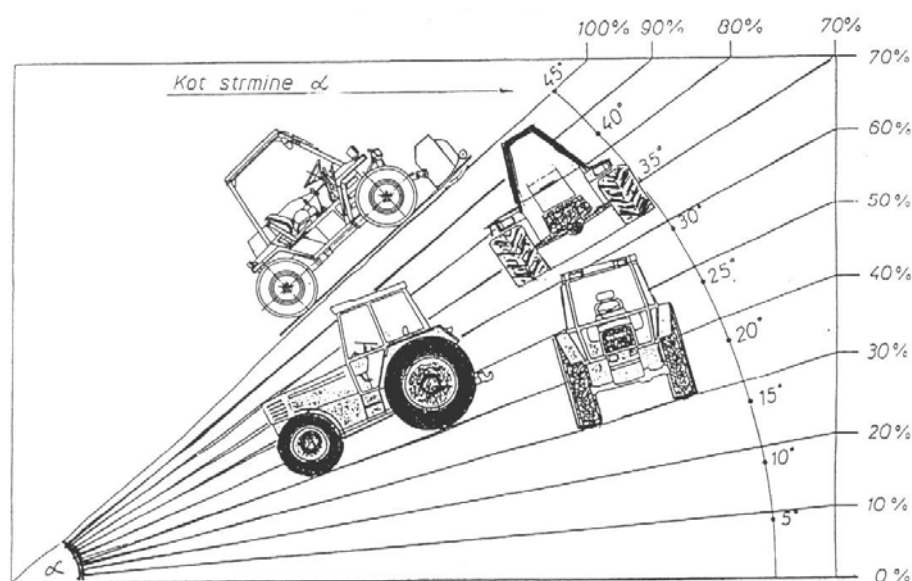
To je kot, ki ga oklepa strmina ali klanec s horizontalno ravnino. Tangens tega kota je mera za strmost. Nagnjenost klanca na cestah merimo v procentih. Naklon v procentih pa dobimo tako, da tangens kota α pomnožimo s 100. Tangens kota dobimo tako, da nasprotno kateto trikotnika delimo s priležno kateto trikotnika. Kot izmerimo tako, da na strmino položimo palico dolžine en meter (X) vodoravno in na koncu te palice izmerimo dolžino med palico in tlemi. Kot med palico in stranico, ki jo merimo, mora biti 90° . Izmerjena stranica je torej nasprotna kateta (Y) (Bronštejn 1997).

$$\text{tangens kota} = \frac{\text{nasprotna kateta}}{\text{priležna kateta}}$$



$$\text{naklon [\%]} = \text{tg}\alpha \cdot 100$$

Slika 8: Prikaz izračuna naklona (Bronštejn, 1997: 108)



Slika 9: Prikaz dejanskega nagiba (Žmavc, 1997: 73)

2.7 BOČNA STABILNOST

Poznamo statično in dinamično bočno stabilnost. Med seboj se precej razlikujeta. Statična bočna stabilnost nam pove maksimalno vrednost bočnega nagiba (kota), do katere se traktor ne bo prevrnil. Meja statičnega bočnega nagiba znaša pri traktorjih okrog 75 %. Ta vrednost se lahko spremeni navzgor ali navzdol, kar je odvisno od izvedbe traktorja,

njegove širine in višine težišča traktorja. Za delo s traktorjem pa je pomembna dinamična stabilnost. Meja dinamične stabilnosti je precej nižja kakor pri statični stabilnosti. Pri delu s traktorjem vozimo po neravnem terenu in tako se lahko zgodi, da s kolesi zapeljemo na oviro, ki povzroči veliko višinsko razliko med levimi in desnimi kolesi. Tresljaji, ki se pojavijo na kolesih in moment sile, lahko povzročijo, da se traktor znajde na meji bočne stabilnosti. Ravno zaradi tega in pa zaradi priključkov, ki bočno stabilnost še poslabšajo, je dinamični nagib bistveno manjši kakor statični. Dinamični nagib znaša 20 % do 35 %, je pa odvisen od več dejavnikov (npr. hitrost vožnje, obtežitev traktorja, neravnine na terenu, itd.) (Jenčič, 1980).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 UPORABLJENO ORODJE OZ. STROJI

3.1.1 Kosa

Kosa je najstarejše in najbolj enostavno orodje oziroma pripomoček, ki je namenjen košnji trave. Poleg tega je tudi najcenejši glede nakupne cene, kakor tudi glede vzdrževanja. Košnja s koso pa vendarle zahteva kar nekaj znanja, če želimo, da ne bomo po koncu košnje prekomerno izmučeni. Koliko znanja imamo za ročno košnjo se pokaže šele po daljši košnji. Če s koso kosimo dvajset minut, se ne bo bistveno poznalo pri utrujenosti, četudi ne znamo kositi, oziroma kosimo samo z »močjo«. Če pa kosimo več ur, pa ne bo šlo tako zlahka, oziroma nam bodo hitro pošle moči. Od znanja košnje je tudi odvisno, koliko časa bomo kosili brez prioritve kose, ki pa tudi zahteva določeno znanje. Priostritev kose opravljamo z brusnim kamnom. Glavni način za priostritev kose pa je tako imenovano »klepanje« kose. Od vsega skupaj pa zahteva največ znanja ravno klepanje kose, saj je temu danes več le malokdo. Kosa mora biti ravno prav široko in tanko sklepana. Če bo kosa ozko in debelo sklepana, jo bomo z brusnim kamnom hitro zbrusili in potrebno bo ponovno »klepanje«. Taka kosa ne bo dobro rezala. Če je klepanje kose opravljeno široko in tanko, bo rezilni del zelo mehak in se bo povihal, kakor hitro bomo zadeli ob tršo podlago. Takšna kosa bo sicer dobro rezala, vendar samo dokler ne bomo zadeli ob tršo podlago. Vsaka kosa ima oznako (npr, 65, 60). Ta oznaka nam pove dolžino rezila v centimetrih. Od dolžine rezila je odvisno, koliko bomo odkosili z enim zamahom kose, poleg tega pa lahko na širino rezi pri enem zamahu vplivamo z načinom nasaditve kose na leseno držalo (kosir). V kolikor koso nasadimo tako, da je njena konica nižje kakor peta, bo kosa rezala ozek pas. Če pa koso nasadimo tako, da je konica višje kakor peta, bo kosa rezala širok pas trave pri enem zamahu, potrebujemo pa tudi več moči za košnjo oziroma boljše pripravljeno koso.



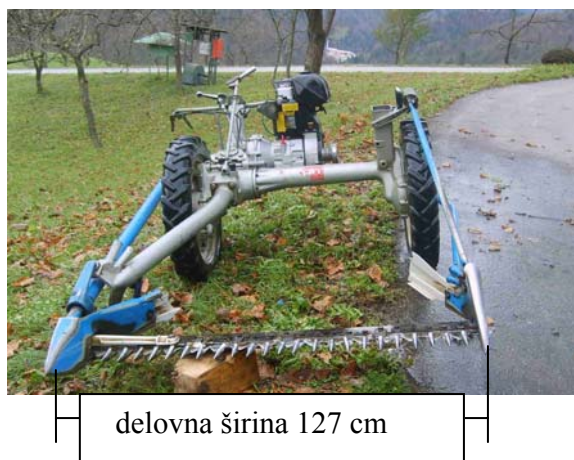
Slika 10: Kosa

3.1.2 Ročna motorna kosilnica BCS 622 X 127

Ročna motorna kosilnica s trgovsko oznako BCS 622 x 127 (v nadaljevanju BCS 622) je med bolj razširjenimi samohodnimi enoosnimi kosilnicami v Sloveniji, predvsem v starejših izvedbah. Namenjena je za košnjo vseh vrst trav in detelj na urejenih površinah. Opremljena je s prstnim grebenom širine 127 cm. Višina rezi je srednja, to pa pomeni, da na en rezilni nož nalega 1,5 palca ali prsta. Razmik med prsti je 50,8 mm. Kosilnica ima diferencial in zaporo le tega. Za zaviranje in pomoč pri obračanju ima tračne zavore na obeh bočnih prenosih vrtilnih gibanj. Kosilnica ima nesinhroniziran menjalnik s 4+1 prestavnimi stopnjami. Masa kosilnice je 230 kg.

Preglednica 1: Hitrosti prestavnih stopenj kosilnice BCS 622

Prestavna stopnja v menjalniku	Hitrost kosilnice (km/h)
1. prestava	5,5
2. prestava	7,5
3. prestava	10
4. prestava	14,2
1. vzvratna prestava	6



Slika 11: Ročna motorna kosilnica BCS 622 X 127

3.1.3 Ročna motorna kosilnica SIP TWIST 170 D

Ročna motorna kosilnica s trgovsko oznako SIP TWIST 170 D (v nadaljevanju SIP TWIST) bo uporabljena tudi v preizkusu. Namenjena je predvsem košnji strmih travnikov, zato ima široka kolesa, opremljena s pnevmatikami z nizkim presekom. Takšne pnevmatike naj bi varovale travno rušo pred poškodbami oziroma naj bi bile poškodbe minimalne. Kosilnica nima vgrajenega diferencialnega prenosa, zato pa ima poseben način upravljanja z deljenimi zavorami. Zavore so z upravljalno ročico povezane z jekleno pletenico, le ta pa istočasno zaustavi kolo in izklopi pogonsko sklopko. Kosilnico vodimo kot buldožer, to pomeni, da je v ovinku hitrost enaka kakor pri vožnji naravnost. Takšen način upravljanja je za uporabnika zelo prijazen in enostaven. Kosilnica je opremljena s kosilnim grebenom širine 170 cm z dvojno koso znamke »Busatis.« Zgornje in spodnje rezilo je enako, razmerje med rezili je 1:1. Višina rezi je visoka. Greben nima odzivnih desk, sicer pa tudi niso potrebne, saj se odkošena trava ne maši. Izdelovalec motorja na kosilnici je Ruggerini. Enovaljni zračno hlajen diesel motor ima prostornino 377 cm³ in moč 6,5 kW (8,8 KM) pri vrtilni frekvenci motorja 3600 min⁻¹. Menjalnik je nesinhroniziran z 2+1 prestavnimi stopnjami.

Preglednica 2: Hitrosti prestavnih stopenj kosilnice SIP TWIST pri vrtilni frekvenci motorja 3600 min^{-1}

Prestavna stopnja v menjalniku	Hitrost kosilnice (km/h)
1. prestava	4
2. prestava	5,6
1. vzvratna prestava	3,3

Priključna gred je spredaj in ima vrtilno frekvenco 1019 min^{-1} pri maksimalni vrtilni frekvenci motorja 3600 min^{-1} . Masa kosilnice je 292 kg. Ostale mere: dolžina/ širina/ višina : 225 cm / 170 cm / 100 cm



Slika 12: Ročna motorna kosilnica SIP TWIST

3.1.4 Rotacijska kosilnica BCS 404

Rotacijska kosilnica s trgovsko oznako BCS 404 (v nadaljevanju BCS 404) je traktorska kosilnica, ki jo pripnemo na tritočkovni sistem traktorja, ki mora biti prve ali druge kategorije, kar pomeni, da morata spodnja vlečna drogova pri traktorskem priključnem drogovju omogočati razmik 71,8 cm ali pa 87 cm. Premer zapenjalnih lukenj mora biti 22 mm oziroma 28 mm. Premer lukenj na zgornji opornici mora biti 19 mm oziroma 25,4 mm. Minimalna potrebna moč na priključni gredi je 25 kW (34 KM). Kosilnica ima štiri diske, na vsakem sta dva noža. Diski se vrtijo v parih. Vrtilna frekvenca diskov je 3100 min^{-1} pri 540 min^{-1} priključne gredi. Širina kosilnega grebena je 170 cm. Masa kosilnice je 282 kg.



Slika 13: Traktorska kosilnica BCS 404

3.2 MERJENJE NAGIBA

Merjenje strmine ali nagiba smo opravili s preprosto napravo, ki smo jo izdelali doma. Za izdelavo smo potrebovali dve deski, eno dolžine 1 meter in eno dolžine 50 centimetrov. Ti dve deski smo med seboj združili tako, da smo dobili na vogalu teh dveh desk pravi kot. Na daljšo desko smo prilepili vodno tehtnico, tako da smo lahko desko poravnali vodoravno. Ob krajšo desko pa smo prislonili leseno palico, na kateri je merilni trak. Z merilno palico smo izmerili razdaljo med tlemi in desko. Palica je morala biti z daljšo desko pod pravim kotom. Izmerjena razdalja v centimetrih je predstavljala nagib v procentih.



Slika 14: Prikaz merjenja nagiba



Slika 15: Celotna naprava za merjenje nagiba

3.3 MERJENJE PORABE GORIVA

Porabo goriva smo izmerili tako, da smo pred pričetkom dela nalili poln rezervoar goriva. Po končanem delu pa smo nalili gorivo v merilno posodo in iz nje dolili gorivo v rezervoar. Količino dolitega goriva smo odčitali na merilni posodi in tako smo ugotovili količino porabljenega goriva v poskusu.

3.4 KRAJ PRAKTIČNEGA DELA

Praktični preizkus je bil opravljen na domači kmetiji, ki se nahaja v vasi Bačne, hišna številka 4. Lastnik kmetije je moj oče. Kmetija se nahaja na nadmorski višini od 470 do 630 metrov. Lastne obdelovalne zemlje je 9 ha, 6 ha je v najemu (travniki in njive brez gozda). Kmetija je v obliki »celka«, to pomeni, da se vse površine nahajajo strnjeno okrog domačije. Travniki v najemu so nekoliko bolj oddaljeni od kmetije, in sicer od 2 km do 4,5 km.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 ROČNA KOŠNJA

Ročna košnja je težavno in počasno opravilo, primerna je predvsem za površine s prevelikim nagibom, ki jih zato strojno ne moremo obdelati, obenem pa ne želimo, da bi se površine zarastle z gozdnim drevjem. Na teh površinah je tudi paša domačih živali skoraj nemogoča, razen drobnice. Na naši kmetiji je potrebno ročno pokositi samo površine, ki so pod ostalimi travniki, katere pa lahko obdelujemo s stroji. Če bi površine, ki jih je potrebno pokositi s koso pustili, da bi se zarastle z gozdnim drevjem, bi le to kasneje otežilo normalno strojno obdelavo na ostalih površinah. Gozdno drevje bi s svojimi krošnjami metalo senco na zgornje travnike, tako da bi se zmanjšal pridelek na teh travnikih. Košnja s koso v velikih nagibih je tudi nevarno opravilo, zato moramo imeti dobro obutev, v kateri nam ne drsi. Poleg tega mora obutev preprečevati poškodbe noge, predvsem gležnja.

4.1.1 Preizkus s koso

Preizkus ročne košnje smo opravili na parceli z imenom POD BREGOM. Nagib parcele je znašal od 67 % do 77 %, to pa pomeni, da se za vsak meter vodoravnega premika spustimo za najmanj 67 cm in največ 77 cm. Velikost parcele je znašala 0,21 ha oziroma 2100 m². Čas, potreben za košnjo, je znašal 11 ur, ali drugače rečeno, vsako uro smo pokosili 190 m². Za en ha bi potrebovali 52,6 ure. Košnja je bila opravljena 3. julija. Takrat je trava že ostarela in je bila košnja nekoliko težja, poleg tega pa je bila trava še delno poležana, kar je še dodatno oteževalo košnjo.

4.2 ROČNA MOTORNA KOSILNICA BCS 622

Ročna motorna kosilnica BCS 622 je kosilnica, za katero bi lahko trdil, da je imela svoje mesto na skoraj vsaki kmetiji. Sedaj pa jo vse bolj nadomeščajo traktorske kosilnice ali pa različni tipi kosilnic, ki so lažji za upravljanje. Kosilnica je narejena zelo robustno. Za upravljanje smo potrebovali kar nekaj moči, še posebno pri večjem nagibu. Kosilnica je bila opremljena s prstnim kosilnim grebenom, ki pa za veliko in poležano travo ni bil najbolj primeren, ker se je zelo mašil. Kosilnico je bilo potrebno natančno voditi po

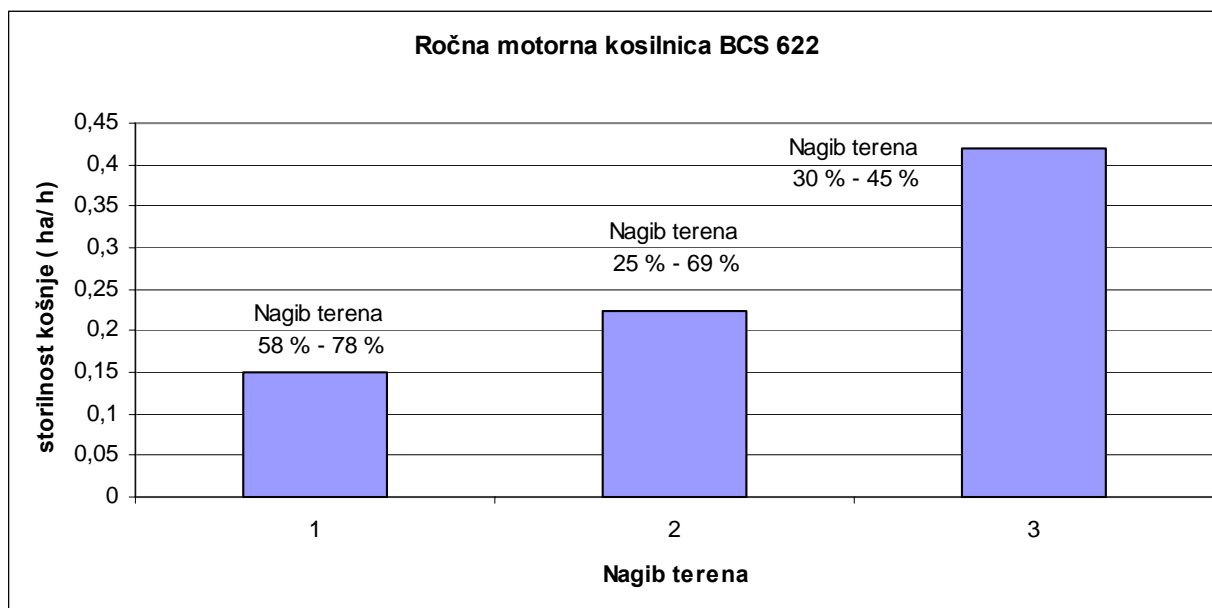
nepokošeni travi, saj se je v nasprotnem primeru kosilni greben zelo hitro zamašil s travo, ki je že bila pokošena. Običajno smo kosili s prvo prestavno stopnjo, le v redkih primerih smo lahko kosili z drugo prestavno stopnjo (pri lepi in nepoležani travi).

4.2.1 Preizkus z ročno motorno kosilnico BCS 622

Preizkus košnje z ročno motorno kosilnico je potekal na naslednjih parcelah. Prva parcela z imenom POD BREGOM. Nagib parcele je znašal od 58 % do 78 %, njena velikost pa je merila 0,15 ha. Čas košnje celotne parcele je znašal 60 minut, pri tem smo porabili 1,4 litra goriva za pokošeno površino. Naslednji preizkus je bil opravljen na parceli z imenom VRT. Nagib parcele je znašal od 25 % do 69 %. Njena površina pa je merila 0,045 ha oziroma 450 m². Poraba goriva na parceli je znašala 0,3 litra. Za košnjo smo porabili 12 minut časa. Naslednji preizkus je bil opravljen na parceli z imenom LAZ. Njegova površina je znašala 1,05 ha, nagib pa od 30 % do 45 %. Potreben čas za košnjo parcele je bil 2,5 ure. Poraba goriva pa je znašala 3,8 litra za celotno površino (pregl. 3).

Preglednica 3: Rezultati meritev za kosilnico BCS 622 X 127 na različnih terenih

Parcela	Pod bregom	Vrt	Laz
Teoretična delovna širina	127 cm	127 cm	127 cm
Dejanska delovna širina v poskusu	115 cm	120 cm	120 cm
Pokošena površina	0,15 ha	0,045 ha	1,05 ha
Nagib	58 % - 78 %	25 % - 69 %	30 % - 45 %
Hitrost vožnje	do 5 km/h	do 5 km/h	do 7,5 km/h
Čas košnje	60 min	12 min	150 min
Površinska storilnost	0,15 ha/h	0,225 ha/h	0,42 ha/h
Skupna poraba goriva	1,4 l	0,3 l	3,8 l
Poraba goriva na uro	1,4 l/h	1,5 l/h	1,5 l/h
Poraba goriva na ha	9,2 l/ha	6,6 l/ha	3,6 l/ha



Slika 16: Površinska storilnost košnje z motorno kosilnico BCS v odvisnosti od časa

Kosilnica BCS 622 je bila v primerjavi s kosilnico SIP TWIST bistveno težja za upravljanje, še posebno, če je bila trava poležana oziroma, če so bili večji pridelki. Kosilnica je bila opremljena s prstnim kosilnim grebenom, to pa pomeni, da se je greben mašil pri zelo veliki in gosti travi. Ko pa smo kosili majhno in redko travo, se je prstni kosilni greben bolje izkazal kakor pa brezprstni kosilni greben. S kosilnico je bilo možno kositi do nagiba 78 %, vendar je bila pri tem nagibu zelo velika nevarnost, da se kosilnica prevrne. Kosilnica je opremljena z ozkimi in velikimi kolesi, tako da je bil bočni oprijem zelo dober. Poleg tega je imela kosilnica usmerjevalne lopute, tako da med košnjo nismo vozili po pokošeni travi. Nevarnost bočnega drsenja je bila pri tej kosilnici zelo nizka, saj se je zaradi svoje višine prej pričela prevračati.



Slika 17: Kosilnica BCS pri nagibu 78 %

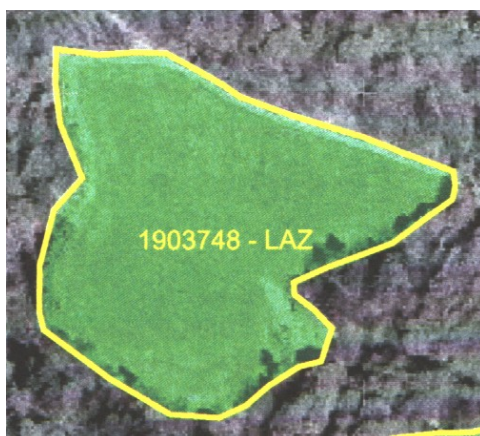
4.3 ROČNA MOTORNA KOSILNICA SIP TWIST

Ročna motorna kosilnica SIP TWIST je namenjena predvsem košnji strmih travnikov. Proizvajalec navaja varno delo do nagiba 70 %, vendar je bila to že zgornja meja varne uporabe kosilnice. Kosilnica je sicer zelo lahka za upravljanje, saj jo upravljamo s pomočjo deljenih zavor. Hitrost kosilnice se ne spreminja, tudi ko gremo v ovinek. (Običajne kosilnice imajo diferencialni prenos moči na kolesi, zato se pri vožnji v ovinek oziroma ko eno kolo stoji drugo vrti z dvojno hitrostjo). Zaradi tega pri obračanju ni potrebno stiskati ročice sklopke. Običajno smo kosili z drugo prestavo, to je s hitrostjo do 5,6 km/h. Dejanska hitrost je bila nekoliko nižja in sicer zaradi več dejavnikov (zdrs pogonskih koles, motorja nismo mogli obremenjevati z imensko vrtilno frekvenco). S takšno hitrostjo smo lahko kosili do nagiba 45 % oziroma 22,5°. Pri večjem nagibu pa je kosilnica pričela bočno drseti in je bilo potrebno hitrost zmanjšati, saj v nasprotnem primeru nismo kosili s celo širino kosilnega grebena. Hitrost košnje pa je bilo potrebno zmanjšati tudi, če je bila trava poležana oziroma pri večjih pridelkih, še posebno pa pri prvi košnji.

4.3.1 Preizkus z ročno motorno kosilnico SIP TWIST

Preizkus košnje z ročno motorno kosilnico SIP TWIST je potekal na več parcelah. Prva parcela z imenom BREG POD KOZOLCEM je bila velika 0,21 ha oziroma 2100 m². Nagib parcele je znašal od 50 % do 61 %. Za košnjo smo porabili eno uro časa. Poraba goriva je znašala 1 liter za celotno pokošeno površino.

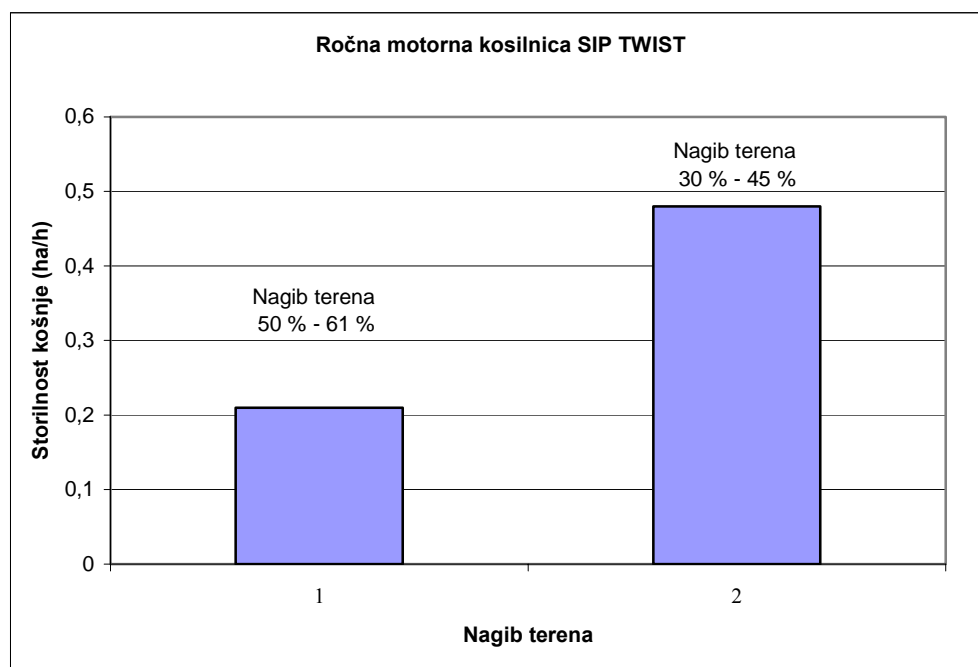
Velikost druge parcele z imenom LAZ je merila 1,05 ha oziroma 10500 m². Nagib parcele je znašal od 30 % do 45 %. Za košnjo celotne parcele smo potrebovali dve uri in deset minut, vendar med košnjo ni smelo prihajati do zastojev, kosilnica pa je morala delovati pod polno obremenitvijo. Poraba goriva je znašala 2,4 litra za celotno pokošeno površino (pregl. 4).



Slika 18: Travnik z imenom Laz

Preglednica 4: Rezultati meritev za kosilnico SIP TWIST na različnih terenih

Parcela	Breg pod kozolcem	Laz
Teoretična delovna širina	170 cm	170 cm
Dejanska delovna širina v poskusu	150 cm	154 cm
Pokošena površina	0,21 ha	1,05 ha
Nagib	50 %- 61 %	30 % - 45 %
Hitrost vožnje	do 4 km/h	do 5,6 km/h
Čas košnje	60 min	130 min
Površinska storilnost	0,21 ha/h	0,48 ha/h
Skupna poraba goriva	1 l	2,4 l
Poraba goriva na uro	1 l/h	1,1 l/h
Poraba goriva na ha	4,7 l/ ha	2,3 l/ ha



Slika 19: Površinska storilnost košnje z ročno kosilnico TWIST v odvisnosti od nagiba

Ročna motorna kosilnica SIP TWIST je zelo primerna za košnjo travnikov z večjimi pridelki. Kosilnica je opremljena z brezprstnim kosilnim grebenom, ki se ne maši. Košnja je potekala gladko in čisto tudi pri delno poležani travi. Kosilni greben z dvojno koso je bil nekoliko manj primeren za košnjo redke in nizke trave, ker so se posamezne bilke upognile in so ostale nepokošene. Kosilnica je primerna za košnjo do 70 % nagiba. Nad to mejo pa je kosilnica pričela bočno drseti, še posebej, če smo kosili v mokrem vremenu. Kosilnica se pri normalnem delu ne bo prevrnila, ker prične prej drseti. Nevarno je samo, če smo kosili za robom in bi kosilnica lahko zdrsnila v večji nagib.



Slika 20: Kosilnica SIP pri nagibu 78 %

4.4 TRAKTORSKA KOSILNICA BCS 404

Traktorsko kosilnico smo pripeli k traktorju s trgovsko oznako Lamborghini SPRINT 684-85 (v nadaljevanju Lamborghini SPRINT). Traktor ima moč 61 kW /83KM. Kolotek traktorja na zadnji osi znaša 170 cm, največja širina traktorja pa meri 212 cm. Vrtilna frekvenca na kardanski gredi je 540 in 750 ter 1000 obratov min^{-1} . Kosilnico smo brez težav poganjali z vrtilno frekvenco 750 min^{-1} in z zmanjšano vrtilno frekvenco motorja. Vrtilna frekvenca diskov je znašala 3100 min^{-1} . Kosilnica je imela štiri diske premera 40 cm, na vsakem disku sta bila privijačena dva noža. Noži so segali v rušo (dejanska dolžina rezi) 3,5 cm. Torej je bila največja teoretična hitrost vožnje pri košnji 13 km/h. Pri enem

obratu diska se je lahko kosilni greben premaknil v smeri naprej za 7 cm. Pri 3100 obratih min^{-1} smo se lahko premaknili za 217 metrov min^{-1} . Nato smo pomnožili s 60-imi minutami in dobili hitrost 13,02 km/h. Teoretična delovna širina kosilnice je znašala 165 cm.

4.4.1 Preizkus s traktorsko kosilnico BCS 404

Preizkus košnje s traktorsko kosilnico BCS 404 je potekal na več parcelah. Prva parcela je bila RAVNA DOBRAVA. Njena površina je merila 0,86 ha, nagib je znašal od 5 % do 20 %. Kosili smo s hitrostjo, katero ima prestavna stopnja v drugi prestavi menjalnika, tako je bila najvišja hitrost košnje 12 km/h. Vrtilna frekvenca na priključni gredi je znašala 540 min^{-1} pri 2050 min^{-1} motorja. Poraba goriva je znašala 5 litrov za celotno površino, čas košnje pa 50 min. Ta preizkus je bil opravljen pri prvi košnji (seno) v začetku junija. Trava je bila delno poležana. Naslednji preizkus je bil opravljen na isti parceli pri drugi košnji (otava), čas košnje pa je bil v začetku avgusta. Kosili smo s hitrostjo, katero ima prestavna stopnja v drugi prestavi menjalnika. Razlika v primerjavi s košnjo sena je bila v tem, da je bila vključena »eko« priključna gred. To pa pomeni, da se vrtilna frekvenca na priključni gredi sicer ni nič spremenila in je še vedno znašala 540 min^{-1} , vendar je bila vrtilna frekvenca motorja v območju najnižje specifične porabe goriva, in sicer 1700 min^{-1} . Poraba goriva je znašala 3,8 litra na celotno površino, torej bistveno manj kakor pri prvi košnji.



Slika 21: Travnik z imenom Ravna dobrava

Naslednja parcela je bila parcela z imenom V DOLINI, njena površina je merila 0,55 ha, nagib parcele pa je znašal od 20 % do 40 %. Čas košnje je znašal 50 min. Poraba goriva je

znašala 6 litrov za celotno površino. Hitrost košnje je bila 7 km/h do 10 km/h, pri tem je bila vključena »eko« priključna gred.

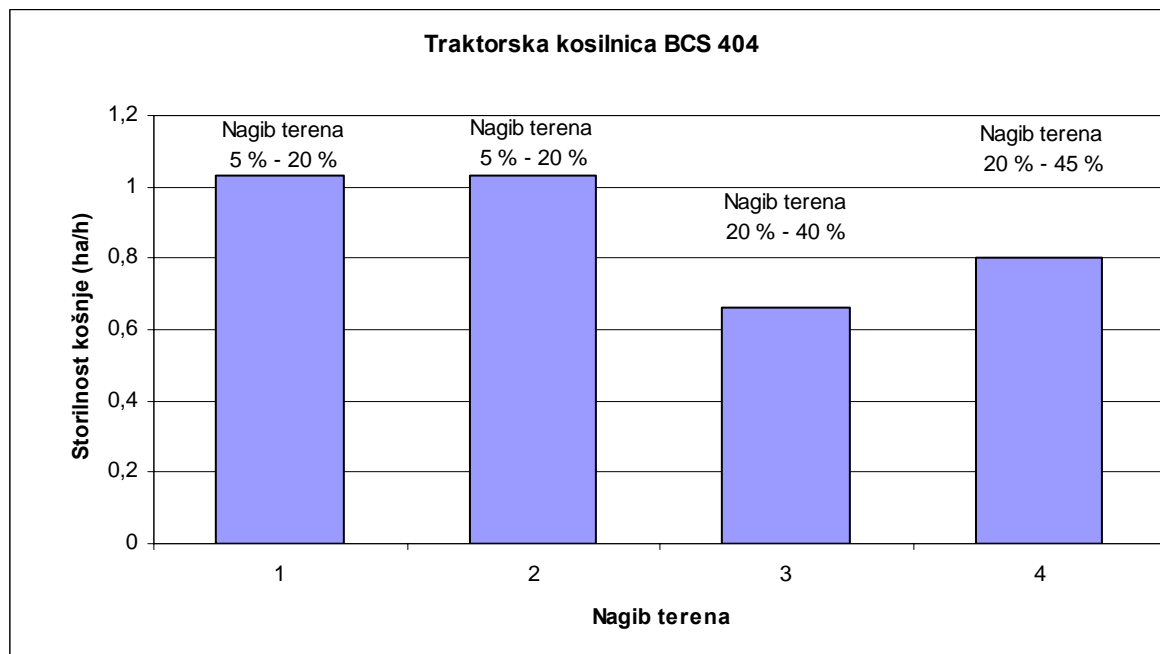


Slika 22: Travnik z imenom V dolini

Zadnja parcela z imenom BREG – SPODAJ je imela površino 0,35 ha in nagib od 20% do 45 %. Čas košnje te parcele je znašal 30 minut, poraba goriva pa 2,5 litra za omenjeno površino (pregl. 5).

Preglednica 5: Rezultati meritev za kosilnico BCS 404 na različnih terenih

Parcela	Dobrava seno	Dobrava otava	V dolini	Breg spodaj
Teoretična delovna širina	165 cm	165 cm	165 cm	165 cm
Dejanska delovna širina v poskusu	148 cm	152 cm	145 cm	145 cm
Pokošena površina	0,86 ha	0,86 ha	0,55 ha	0,35 ha
Nagib	5 % -20 %	5 % - 20 %	20 % - 40 %	20 % - 45 %
Hitrost vožnje	12 km/h	10,5 km/h	7,4 – 10,5 km/h	7,4 – 10,5 km/h
Čas košnje	50 min	50 min	50 min	30 min
Površinska storilnost	1,03 ha/h	1,03 ha/h	0,66 ha/h	0,8 ha/h
Skupna poraba goriva	5 l	3,8 l	6 l	2,5 l
Poraba goriva na uro	6 l/h	4,6 l/h	7,2 l/h	5 l/h
Poraba goriva na ha	5,8 l/ha	4,4 l/ha	10,9 l/ha	7,1 l/ha



Slika 23: Storilnost košnje s traktorsko kosilnico BCS v odvisnosti od nagiba

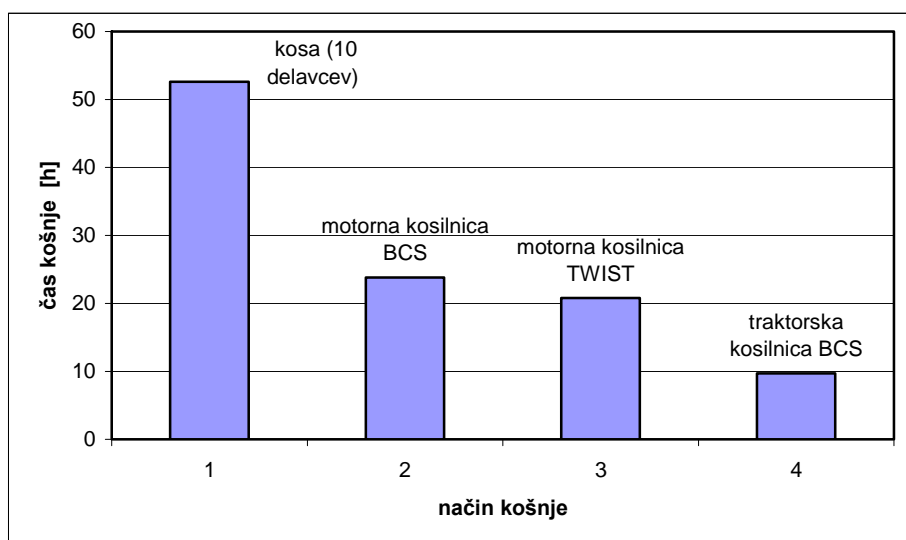
Zmožnost košnje z diskasto kosilnico je določal traktor. V kolikor bi imeli kosilnico pripeto na traktor, ki je primeren za delo v nagibu, bi tudi s kosilnico pokosili precej strmih travnikov. S traktorsko kosilnico bi sicer lahko pokosili precej več travnikov kakor smo jih dejansko pokosili, vendar je bilo velikokrat tako, da smo zaradi poškodb travne ruše, ki so nastale pri košnji, raje opravili košnjo z motorno kosilnico kakor pa s traktorsko kosilnico. Poškodbe travne ruše so nastale zaradi razmočenega terena ali pa zaradi premalo nosilnih tal. S standardnim traktorjem Lamborghini SPRINT ni bilo možno kositi do takšnega nagiba, kakršnega traktor dejansko zmore, ker smo pri takšnem nagibu naredili več škode kakor pa koristi. Poleg tega smo prekomerno poškodovali travno rušo, ki je kasneje potrebovala precej časa, da se je obnovila. Pri takšni košnji smo tudi onesnažili krmo z zemljo, ki pa v krmi ni dobrodošla. Moje mnenje je takšno, da je s traktorjem smiselno kositi takšne travnike, ki so vsaj na enem delu primerni za traktorsko košnjo, tako da travnik pokosimo do roba. Nesmiselno je kositi travnik s traktorjem, če bi ga hitreje pokosili z motorno kosilnico.

4.5 POTREBEN ČAS ZA KOŠNJO 10 ha VELIKE PARCELE

Primerjali smo vse štiri načine košnje in izračunali, koliko časa bi potrebovali za košnjo 10 hektarov velike parcele, če bi bila parcela na ravnini in koliko bi znašal strošek košnje če bi delavcu plačali za ročno košnjo po 4 € za delovno uro, za košnjo z motorno kosilnico in košnjo z traktorsko kosilnico pa 5 € za delovno uro. Prav tako smo izračunali, koliko goriva bi potrebovali, in koliko bi to gorivo stalo, če damo za osnovo ceno na dan 7. februarja 2007. Bencinsko gorivo je na ta dan stalo 0,925 €, dizelsko pa 0,887 €.

Preglednica 6: Preglednica s primerjavo vseh štirih načinov košnje

Način košnje	Kosa	Motorna kosilnica BCS	Motorna kosilnica TWIST	Traktorska kosilnica BCS
Pokošena površina	10 ha	10 ha	10 ha	10 ha
Čas košnje	526 ur	23ur 50 min	20 ur 50 min	9 ur 40 min
Poraba goriva	XXXX	36 l	23 l	51 l
Poraba goriva na uro	XXXX	1,5 l	1,1 l	5,3 l
Poraba goriva na ha	XXXX	3,6 l	2,3 l	5,1 l
Strošek goriva	XXXX	33,30 €	20,40 €	45,20 €
Strošek košnje	2104 €	119 €	104 €	48 €
Skupni stroški	2104 €	152,30 €	124,40 €	93,20 €



Slika 24: Čas košnje v odvisnosti od načina

Z motorno kosilnico BCS 622 bi 10 hektarjev veliko parcelo kosili 23 ur in 50 minut. Pri tem pa bi porabili 36 litrov bencinskega goriva. Strošek goriva bi znašal 33,30 €. Strošek delavca, ki bi kosil s kosilnico, bi znašal 119 €, skupaj z gorivom pa 152,30 €. Pri košnji z motorno kosilnico SIP TWIST bi za isto parcelo porabili 20 ur in 50 minut časa. Poraba dizelskega goriva pa bi znašala 23 litrov. Strošek goriva bi bil 20,40 €. Delavcu, ki bi kosil, pa bi za opravljeno delo plačali 104 €, skupni stroški bi znašali 124,40 €. S traktorsko kosilnico BCS 404 bi za košnjo 10 hektarjev potrebovali 9 ur in 40 minut časa. Poraba goriva bi znašala 51 litrov dizelskega goriva, strošek goriva pa 45,20 €. Delavcu bi za opravljeno košnjo plačali 48 €, skupni stroški pa bi znašali 93,20 €. Če bi kosili s koso, bi za 10 hektarjev veliko površino potrebovali 526 ur, če bi kosil samo en delavec. Iz podatkov lahko izračunamo, da bi dvajset delavcev kosilo 26 ur in 20 minut. Če bi takšno površino hoteli pokositi v približno enakem času kakor z ročno motorno kosilnico, bi potrebovali 24 delavcev. Če bi hoteli pokositi v takšnem času, kakor s traktorsko kosilnico, pa bi potrebovali 53 delavcev. Strošek delavcev, ki bi kosili s koso, bi znašal 2104 €. Pri ročni košnji je še ena težava, ki se nanaša na človeka kot glavno gonilno silo, saj se le ta hitro utruje, tako da bi po vsej verjetnosti potrebovali za košnjo precej več časa. V današnjih časih bi se tudi pojavil problem, kje najeti toliko delovne sile, poleg tega pa vsak tudi ne obvlada ročne košnje, pravzaprav je tega več le malokdo.

5 SKLEPI

Med seboj smo primerjali štiri načine košnje: ročna košnja, košnja z motorno kosilnico SIP TWIST, košnja z motorno kosilnico BCS 622 in košnja s traktorsko kosilnico BCS 404. Pri primerjavi smo izračunali potreben čas košnje pri različnih načinih košnje, porabo goriva, stroške goriva, stroške plačila delavca in skupne stroške. Pri praktičnem preizkusu vseh štirih načinov košnje pa smo prišli do naslednjih ugotovitev.

- Košnja s koso je zelo težavno in počasno opravilo. Košnja s koso je primerna predvsem za površine z velikim nagibom. Pri izračunu stroškov smo ugotovili, da so bili stroški plačila delavca za košnjo 10 ha 2104 €, kar je skoraj 14-krat več, kakor pri košnji z motorno kosilnico BCS 622. Potreben čas košnje pa je bil 526 ur.
- Motorna kosilnica BCS 622 je bila primerna za košnjo predvsem nižje in redkejše trave. Pri visoki in poležani travi pa se je prstni kosilni greben mašil. S kosilnico smo lahko kosili do nagiba 78 %. Potreben čas za košnjo za 10 ha velike površine, pri nagibu terena do 50 %, je znašal 23 ur in 50 minut, pri tem pa smo porabili 36 litrov goriva. Strošek plačila delavca in porabljenega goriva je znašal 152,30 €.
- Motorna kosilnica SIP TWIST je bila zelo lahka za upravljanje, opremljena je bila s kosilnim grebenom z dvojno koso, ki se je zelo dobro izkazal v visoki in poležani travi, saj se kosilni greben ni mašil. S kosilnico smo lahko kosili do nagiba 78 %, vendar samo če ni bilo rose, saj je v nasprotnem primeru kosilnica pričela bočno drseti. Potreben čas za košnjo za 10 ha velike površine, pri nagibu terena do 50 %, je znašal 20 ur in 50 minut, pri tem pa smo porabili 23 litrov goriva. Strošek plačila delavca in porabljenega goriva je znašal 124,40 €.
- Košnja s traktorsko kosilnico je bil najcenejši in najlažji način košnje. Potreben čas za košnjo 10 ha velike površine je znašal 9 ur in 40 minut. Pri tem pa smo porabili 51 litrov goriva. Strošek plačila delavca in porabljenega goriva je znašal 93,20 €, kar je 22,5-krat manj kakor pri košnji z koso.

6 POVZETEK

Košnja je prvo in najtežje opravilo pri spravilu krme s travinja v skladiščne prostore. Izbrati najustreznejši način košnje ni ravno enostavno saj je način odvisen od več dejavnikov, predvsem od velikosti in lege kmetije. Domača kmetija leži v hribovitem terenu, tako da kmetije ni možno v celoti obdelati s standardnim traktorjem. V diplomski nalogi sem ugotavljal ustreznost posameznih načinov košnje na strmem terenu, pri tem sem meril porabo časa in goriva. Izmeril sem tudi nagib terena in pri tem ugotavljal mejo varne oziroma smotrne uporabe določenega načina košnje.

Ugotovil sem, da lahko s traktorsko kosilnico kosimo do takšnega nagiba, ki ga dopušča traktor, pri tem moramo paziti, da s traktorjem ne razkopavamo terena in s tem po nepotrebnem onesnažujemo pokošeno travo. Tako so pri košnji s traktorjem omejitveni dejavnik tudi poškodbe terena. Košnja s traktorsko kosilnico je najlažji in najhitrejši način košnje, prav tako je tudi najcenejši, če upoštevamo stroške delavca (če bi ga morali plačati) in stroške goriva. Košnja z motorno kosilnico je sicer najcenejši način košnje, če bi upoštevali samo porabo goriva, če pa zraven prištejemo še plačilo delavca, je rezultat že precej drugačen, to pa predvsem zaradi časa, ki je bil potreben za košnjo. Košnja z motorno kosilnico je bila uporabna v večjih nagibih in sicer vse do 78 % nagiba. Motorna kosilnica SIP TWIST je zelo lahka za upravljanje in primerna za košnjo travnikov z večjimi pridelki. Kosilni greben se ni mašil. Motorna kosilnica BCS 622 je v primerjavi z motorno kosilnico SIP TWIST nekoliko težja za upravljanje, primerna je bila predvsem za košnjo nižje in redkejše trave. Kosilnica je bila opremljena s prstnim kosilnim grebenom, ki se je v zelo gosti in visoki travi mašil. Stroški košnje z motorno kosilnico BCS so bili nekoliko višji kakor pri motorni kosilnici SIP TWIST

Košnja s koso je zelo počasno in naporno opravilo, zato je za večje površine dejansko neuporabna. Primerna je za površine z velikim nagibom, predvsem tam, kjer nočemo, da bi se zarastlo gozdno drevje. Pri košnji s koso sicer ni stroška z gorivom, vendar je takšen način košnje vseeno skoraj 14-krat dražji kakor košnja z motorno kosilnico BCS. Pri poplačilu delavcev, ki bi pokosili 10 ha veliko parcelo, bi strošek znašal 2104 €.

7 VIRI

Brčić J. 1985. Mehanizacija u biljnoj proizvodnji. 2. izdaja. Zagreb, Školska knjiga: 133-183

Bronštejn N. 1997. Matematični priročnik. Ljubljana, Tehniška založba slovenije: 108 str.

Dolenšek M. 2005. Motorna kosilnica Brielmaier. Kmetovalec, 73, 11: 21 str.

Höhn E. 1984. Blätter für Landtechnik. Tānikon, FAT: 2-5

Jenčič R. 1980. Mehanizacija gorskih kmetij. Ljubljana, Kmetijski inštitut slovenije: 40 str.

Korošec J. 1984. Pridelovanje krme na travinju. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 4-56

Mrhar M. 1997. Kmetijski stroji in naprave. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 150-158

Mrhar M. 1998. Dvoosni kosilnik – mojster za dela v strmini. Kmetovalec, 65, 5: 32-34

Mrhar M. 2002. Hidrostatični pogon. Kmetovalec, 70, 2: 23-25

Meier W. 2002. Landtechnik im Alpenraum. Tānikon, FAT: 25-46

Žmavc M. 1997. Kmetijska tehnika za danes in jutri. Novo mesto, Srednja kmetijska šola Grm: 73 str.

ZAHVALA

Posebno zahvalo namenjam mentorju prof. dr. Rajku Berniku, za vso pomoč pri nastajanju diplomske naloge, vse koristne nasvete ter vzpodbudo.

Zahvalo namenjam tudi recenzentki v. p. mag. Ajdi Kermauner Kavčič ter predsedniku komisije doc. dr. Silvestru Žgur za pregled naloge.

Zahvaljujem se ga. Sabini Knehtl za njeno prijaznost in vso pomoč tekom študija.

Zahvaljujem se dr. Nataši Siard za oblikovni pregled in Karmeli Malinger za pregled angleškega dela izvlečka.

Zahvaljujem se staršem in sestrama za vso pomoč in vzpodbudo tekom študija.

Zahvaljujem se vsem, ki ste mi kakor koli pomagali pri študiju in pri izdelavi diplomskega dela.

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Milan DEBENEC

**KOŠNJA IN PRIPRAVA KRME NA NAGNJENIH
TERENIH**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2007